

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 211 381 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
05.06.2002 Bulletin 2002/23

(51) Int Cl.7: F01D 5/08, F01D 11/02

(21) Numéro de dépôt: 01403058.9

(22) Date de dépôt: 29.11.2001

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Etats d'extension désignés:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: 30.11.2000 FR 0015474

(71) Demandeur: SNECMA MOTEURS  
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:  
• Arilla, Jean-Baptiste  
92450 Issy Les Moulineaux (FR)  
• Hacault, Michel, Gérard, Paul  
91300 Massy (FR)  
• Maffre, Jean-Philippe, Julien  
77190 Dammarie Les Lys (FR)  
• Sombounkhanh, Somphone  
91130 Yerres (FR)

### (54) Flasque de disque aubagé de rotor et agencement correspondant

(57) Un flasque (10) couvrant un disque (3) d'aube (4) de turbine afin de permettre sa ventilation (27, 29) et dont la face (24) détournée du disque (3) est pourvue d'un joint à labyrinthe (20) à lèchettes (23) pour former une étanchéité est original en ce que les couteaux (37) des lèchettes (23) sont inclinés axialement et décalés axialement et radialement, afin de déporter le centre de

gravité de la toile (14) flexible du flasque et de favoriser la déformation de la toile (14) vers le disque (3) sous l'effet des forces centrifuges, afin de renforcer le contact d'une portée d'appui (15) avec une glace (16) du disque (3). Les crochets par lesquels la périphérie de la toile (14) est souvent réunie au disque (3) deviennent inutiles.

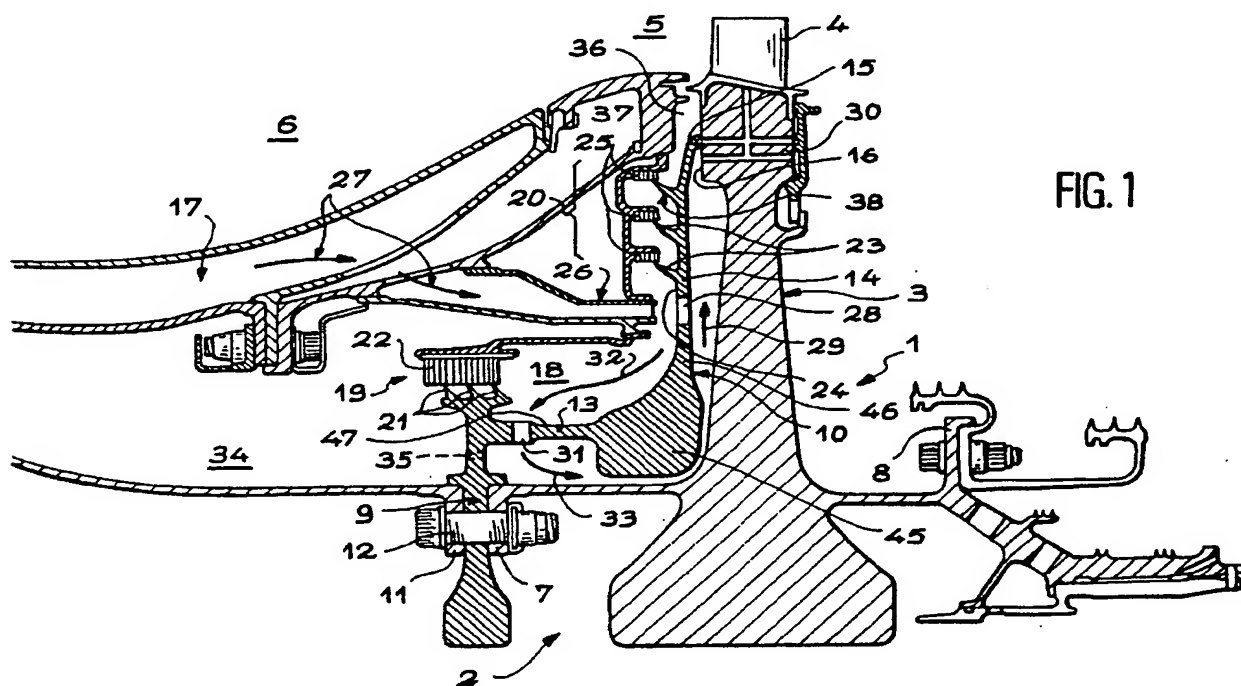


FIG. 1

EP 1 211 381 A1

## Description

[0001] L'invention concerne un flasque de disque aubagé de rotor et son agencement dans une turbo-machine.

[0002] Les turbines des réacteurs doivent souvent être rafraîchies pour qu'elles résistent aux échauffements du gaz venant de la chambre de combustion et qui les traverse, surtout aux premiers étages des turbines. On a développé des systèmes de refroidissement par ventilation au travers lesquels du gaz plus frais est soutiré d'une portion de la machine en amont de la chambre de combustion et soufflé sur les étages exposés des turbines. Dans certains agencements particuliers, un flasque fixé au rotor couvre le disque tournant à ventiler, jusque sous les pieds d'aubes, et le gaz est soufflé entre le flasque et le disque jusqu'à entrer dans des perçages qui traversent la périphérie du disque entre les aubes. On garantit ainsi une bonne ventilation du disque et surtout des portions les plus chaudes à la périphérie.

[0003] Le flasque s'étend entre un moyeu fixé au rotor et une périphérie libre adjacente au disque et qui doit être maintenue jointive à celui-ci afin d'éviter les fuites de gaz de ventilation. Dans des conceptions habituelles, les forces centrifuges produites par la manche de la machine déforment le flasque en le décollant du disque, ce qui rompt l'étanchéité et oblige à y remédier en façonnant des crochets sur le disque, sous lesquels le bord du flasque est engagé. Les crochets sont pourtant désavantageux en ce qu'ils renchérissent le coût de fabrication du disque et sont fragiles.

[0004] Une analyse de l'action des forces centrifuges amène à détailler la forme du flasque. On trouve en général qu'il existe une zone de flexion principale des sections du flasque dans un plan axial, dont la position est largement responsable du comportement d'ensemble du flasque sous l'effet des forces centrifuges, même si toutes les portions du flasque y sont soumises. Cette zone ressemble à un pivot au delà duquel le flasque reste sensiblement indéformable et au delà duquel il se déforme beaucoup plus en raison soit de sa souplesse, soit de sa distance à l'axe de rotation. C'est ainsi qu'une forme usuelle de flasque comprend, à partir du moyeu plat où il est fixé au rotor, un bras en forme de manchon tubulaire, puis une toile sensiblement plate. Le bras est allégé en le rendant à peu près aussi mince que la toile ; la zone de flexion principale tend alors à se trouver sur le bras, qui se déforme en s'ouvrant du côté de la toile ; celle-ci bascule alors en s'éloignant du disque.

[0005] C'est pourquoi le brevet WO-99 32761 propose un agencement différent, où le flasque est pour l'essentiel dépourvu du manchon et comprend essentiellement, après le moyeu, une partie renflée très rigide puis une toile de plus en plus fine et inclinée en s'éloignant du disque. La zone de flexion principale est alors située sur la toile ; de plus, le flasque est pourvu d'une masselotte près de la périphérie de la toile, au delà de la zone

de flexion principale et qui saille du côté détourné du disque : les forces centrifuges ont pour effet de redresser le flasque en diminuant l'inclinaison de la portion comprenant la masselotte, ce qui presse fermement l'extrémité libre du flasque contre le disque. Les crochets de maintien deviennent alors inutiles. Toutefois, la masselotte représente un alourdissement sensible du flasque.

[0006] C'est pourquoi il est souhaité, dans l'esprit de l'invention, d'obtenir un effet similaire de basculement du flasque sous l'action des forces centrifuges mais sans que cet effet soit produit par une pièce spéciale. On propose plutôt d'utiliser ce qu'on appelle les lèchettes de joints à labyrinthe souvent rencontrées dans les turboréacteurs pour établir l'étanchéité le long du flasque.

[0007] Les lèchettes d'un joint à labyrinthe comprennent une portion de manche ou de jonction à la pièce porteuse de la lèchette et une portion de couteau qui s'effile jusqu'à une extrémité libre et établit l'étanchéité en entamant une couronne de matière d'érosion facile (appelée "abradable") fixée à l'autre pièce reliée par le joint. Contrairement à la construction usuelle où les couteaux des lèchettes sont disposés radialement vers l'extérieur, ils sont ici inclinés axialement en s'éloignant du disque, ce qui les excentre et augmente ainsi le moment de basculement vers le disque que les forces centrifuges produisent à l'extrémité du flasque. De plus, des décalages axiaux et radiaux des parties en couteau des lèchettes sont adoptés pour accroître l'excentrement des lèchettes et ajuster l'effet global des forces centrifuges en les répartissant sur la toile. On verra que cette disposition décalée facilite aussi la fabrication des lèchettes.

[0008] Pour résumer, l'invention est relative sous sa forme la plus générale à un flasque de disque aubagé de rotor, comprenant un moyeu fixé au rotor et une toile couvrant une face du disque et ayant une périphérie adjacente au disque, et original en ce qu'il comprend, sur une face de la toile détournée du disque, une pluralité de lèchettes de joint à labyrinthe comprenant des parties en couteau inclinées vers une direction axiale du rotor et s'éloignant du flasque vers des extrémités effilées de couteau, les parties en couteau des lèchettes étant décalées axialement et radialement les unes des autres, la toile et les lèchettes ayant, en section axiale, un centre d'inertie séparé du disque par un rayon passant par une zone de flexion principale du flasque.

[0009] Au sens de l'invention, la toile du flasque est la portion périphérique de ce flasque qui couvre le disque et qui se caractérise par une grande largeur radiale jointe à une finesse suffisante pour lui permettre de fléchir quand elle est soumise aux forces centrifuges du rotor. Elle comprend donc la zone de flexion principale et les zones situées au-delà jusqu'au bord du flasque.

[0010] Une portion de la toile qui porte les lèchettes peut être inclinée dans la direction axiale du rotor en s'éloignant du disque vers la périphérie adjacente au

disque, afin de favoriser le redressement de la toile sous l'effet des forces centrifuges et de renforcer l'appui de la périphérie du flasque sur le disque.

[0011] D'autres dispositions de l'invention, secondaires et néanmoins utiles, permettent encore d'ajuster ou de renforcer la flexion de la toile dans le sens favorable tout en autorisant à le ventiler efficacement.

[0012] L'invention sera maintenant décrite, pour l'ensemble de ses caractéristiques et avantages, au moyen de la figure 1, qui représente une réalisation particulière d'un agencement du flasque conforme à l'invention, et de la figure 2, qui représente une variation de réalisation du flasque.

[0013] Un rotor porte la référence générale 1 à la figure 1 et comprend en particulier une section 2 à disque 3 muni d'un étage d'aubes 4 s'étendant dans une veine 5 de circulation des gaz juste en aval d'une chambre de combustion 6, qui soumet les aubes 4 et le disque 3 à un fort échauffement. La section 2 finit en des brides 7 et 8 boulonnées à d'autres sections du rotor, mais un moyeu 9 constituant la portion interne d'un flasque 10 est retenu entre la bride 7 et une bride 11 de la section de rotor adjacente à la section 2 des boulons de fixation 12. Après le moyeu 9, le flasque se continue en un bras 13, puis en une toile 14 formant la partie utile du flasque et couvrant la plus grande partie de la surface du disque 3 en regardant de la chambre de combustion 6 ; la périphérie de la toile 14 est libre et façonnée en une face d'appui 15 sur une glace 16 du disque 3. Un coude de raccordement 45, épais et très rigide, relie le bras 13 sensiblement tubulaire à la toile 14 sensiblement plate, sauf près de l'extrémité 15 où elle est inclinée vers la glace 16 pour la toucher. Une forme plate de toile 14 s'est en effet révélée favorable pour donner la déformation souhaitée ; une forme inclinée en s'éloignant du disque 3, qu'on illustrera nettement à la figure 2, peut donner encore de meilleurs résultats.

[0014] Une portion de stator 17 s'étend devant le flasque 10 et délimite une chambre 18 avec lui ; un joint à labyrinthe simple 19 délimite la chambre 18 du côté du rotor 1 et un joint à labyrinthe complexe 20 la délimite du côté de la veine 5. Le joint à labyrinthe simple 19 comprend des lèchettes 21 circulaires et s'effilant en couteau, se dressant sur le pourtour du moyeu 9, et une couronne de matière abradable 22, formée en général d'une matière en nid d'abeille ou d'un autre matériau abradable, est fixée à la portion de rotor 17 autour des lèchettes 21. Ainsi qu'il est connu, les dilatations thermiques produites au cours du fonctionnement de la machine et plus importantes dans le rotor 1 chauffé plus fortement font entrer les lèchettes 21 dans la couronne de matière abradable 22 et y creusent des gorges ; le jeu entre les lèchettes et le fond des gorges de la couronne abradable 22 reste minimal, ce qui, en combinaison au trajet sinueux que les fuites de gaz doivent accomplir pour traverser le joint à labyrinthe simple 19, réduit beaucoup leur débit.

[0015] Le joint à labyrinthe complexe 20 comprend de

manière similaire des lèchettes 23 -ici au nombre de trois- érigées sur la face 24 de la toile 14 qui est détournée du disque 3, et des couronnes de matière abradable 25 mais qui se succèdent radialement, une lèchette 23 étant associée à une couronne 25 respective dans cette réalisation, alors qu'une couronne 22 unique est commune aux lèchettes 21 de l'autre joint 19 ; mais un renforcement de l'étanchéité est obtenu dans les deux cas par la multiplicité de lèchettes. De plus, les extrémités des lèchettes 23 du joint complexe 20 sont aussi décalées axialement.

[0016] Du gaz est soufflé par un dispositif dont on ne représente que l'extrémité : il s'agit d'un tube 26 dont le diamètre est sensiblement plus petit que la longueur et qui débouche sans transition dans la chambre 18. Le gaz de ventilation originaire d'une autre partie du réacteur et suivant le trajet des flèches 27 subit donc une détente en entrant dans la chambre 18, devient co-rotatif avec le rotor et sa température s'abaisse considérablement. Il peut alors traverser la toile 14 du flasque 10 par des passages 28 avant de suivre un écoulement centrifuge représenté par les flèches 29 qui lui fait lécher la périphérie du disque 3 avant qu'il n'entre dans des perçages 30 qui lui font ventiler le cœur du disque 3 dans sa portion adjacente aux aubes 4.

[0017] Il est avantageux que des perçages supplémentaires 31 soient établis à travers le bras 13 afin de créer un courant de contournement, représenté par les flèches 32 et 33, à l'intérieur de la chambre 10 et passant près du joint à labyrinthe simple 19, puis entre le flasque 10 et le fond du disque 3. Le moyeu 9 est alors lui aussi ventilé malgré la présence de gaz plus chaud dans une cavité sous stator 34 que le joint 19 sépare de la chambre 18.

[0018] Dans certaines constructions, le gaz présent dans cette cavité sous stator 34 pourrait toutefois être assez frais, et les perçages supplémentaires 31 deviendraient inutiles ; il serait même possible de les supprimer et de les remplacer par des perçages 35 faisant communiquer directement la cavité 34 à l'espace compris entre le bras de raccordement 13 du flasque 10 et la section de rotor 2 à travers le moyeu 9 pour que le gaz de la cavité sous stator 34 contribue aussi à la ventilation du flasque 10 et du disque 3.

[0019] Le joint à labyrinthe complexe 20 a pour première fonction d'isoler la chambre 18 d'une cavité sous veine 36, adjacente aux aubes 4, remplie de gaz chaud. Toutefois, il contribue ici à une déformation favorable de la toile 14 du flasque 10 sous l'effet des forces centrifuges produites quand le rotor 1 tourne : contrairement à une situation fréquente, où les lèchettes comprennent un couteau d'orientation purement radiale joint à la partie de support par un manche de forme cylindrique, les portions de couteau 37 des lèchettes 23 sont fortement inclinées en direction de l'axe XX du rotor et situées presque dans le prolongement des manches 38, ce qui éloigne le centre de gravité des lèchettes 23 de la toile 14. Les forces centrifuges exercées aux lèchettes 23 ont

alors pour effet de repousser plus fortement la toile 14 vers le disque 3, renforçant le contact entre la portée d'appui 15 et la glace 16. Cet effet d'incurvation peut être renforcé si la toile 14, ou du moins la portion qui porte les lèchettes 23, est inclinée elle aussi en direction axiale en s'éloignant du disque 3 quand on la parcourt en s'éloignant de l'axe XX : les efforts centrifuges produits sur la toile 14 tendent à la redresser dans un seul plan radial et en la faisant pivoter autour de sa jonction au bras de raccordement 13 ce qui la rapproche du disque 3.

[0020] Ici, la zone de pivotement principale, référencée par 46, est à la transition entre la toile 14 et le coude 45 très épais. Chacune des lèchettes 23 tend à se redresser sous l'action des forces centrifuges et exerce ainsi un moment de basculement sur la toile 14 à l'endroit où il lui est attaché. L'importance de ce moment et son effet sur la déformation de la toile 14 dépend du poids de la lèchette 23, de son rayon, de son inclinaison, et de l'épaisseur locale de la toile 14. L'échelonnement des lèchettes 23 en direction radiale est un moyen important d'ajuster la flexion d'ensemble de la toile 14 ; de même, la surface d'ouverture et le nombre des passages 28, qui sont situés tout près de la zone de flexion principale 46, influent beaucoup sur la souplesse de la toile 14.

[0021] Une conception judicieuse du bras 13, de sa longueur, de sa raideur et de la forme de sa jonction à la toile 14 peut aussi exercer un effet sur le contact de la portée d'appui 15. S'il est mince et muni des percages supplémentaires 31, il peut s'ouvrir sous l'effet des forces centrifuges, ses sections présentant une zone de flexion 47 secondaire, généralement peu sensible puisque le bras 13 est plus rigide que la toile 14 et à un rayon plus petit. On doit aussi remarquer qu'une flexion autour de cette zone 47 a ici pour effet d'éloigner la toile 14 du disque 3 : elle est alors nuisible mais peut être tolérée si elle reste modérée.

[0022] Il est encore avantageux que les couteaux 37 des lèchettes 23 soient étagés non seulement à des rayons différents, mais à des emplacements différents sur l'axe XX et ne soient ici pas alignés, car cette disposition leur permet d'être fabriqués plus facilement en les durcissant à la torche à plasma par un autre moyen. Un tel désalignement est manifeste à la figure 2 ; de plus, le joint à labyrinthe comprend trois groupes de lèchettes 23 comme dans l'exemple précédent, mais si le groupe externe 37 comprend encore une seule lèchette 23, le groupe intermédiaire 38 et le groupe interne 39 en comprennent chacun deux ; chacun des groupes 37, 38 et 39 est encore associé à une couronne de matière abrasable 25 respective. L'addition de lèchettes supplémentaires à un même rayon renforce l'étanchéité pour un même nombre de couronnes de matière abrasable 25.

[0023] La figure 2 montre encore que la ventilation entre le bras 13 et la section de rotor 2 peut être assurée, conformément aux flèches d'écoulement 40 et 41, en

creusant des rainures 42 à la jonction entre la bride 7 et le moyeu 9, par exemple dans celle-là, afin que le gaz de ventilation du flasque 10, originaire par exemple des passages 28, soit aspiré dans une cavité de rotor 50 en passant par l'intérieur du bras 13.

[0024] Enfin, on a tracé sur cette figure 2 le rayon 48 passant par la zone de flexion principale 46 : on voit clairement que le centre d'inertie 49 de la portion du flasque 10 au delà de cette zone 46 (qui correspond à peu près à la toile 14) est situé nettement de l'autre côté que le disque 3 par rapport à ce rayon 48, ce qui est la condition de la flexion dans le sens recherché ; et l'inclinaison de la toile 14 en s'éloignant du disque 3 est rendue manifeste.

## Revendications

1. Flasque de disque aubagé de rotor, comprenant un moyeu (9) fixé au rotor (1) et une toile (14) couvrant une face du disque (3) et ayant une périphérie (14) adjacente au disque, **caractérisé en ce qu'il comprend**, sur une face (24) de la toile détournée du disque, une pluralité de lèchettes (23) de joint à labyrinthe (20) comprenant des parties en couteau inclinées vers une direction axiale du rotor et s'éloignant du flasque (10) vers des extrémités effilées de couteau, les parties en couteau des lèchettes étant décalées axialement et radialement les unes des autres, la toile et les lèchettes ayant, en section axiale, un centre d'inertie (49) séparé du disque par un rayon (48) passant par une zone de flexion principale (46) du flasque.
2. Flasque selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'une** portion de la toile qui porte les lèchettes est inclinée dans la direction axiale du rotor en s'éloignant du disque vers la périphérie adjacente au disque.
3. Agencement de flasque selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il comprend** une portion de stator (17) située devant la face détournée du disque de la toile, ladite portion portant des portions complémentaires (25) des lèchettes (23) du joint à labyrinthe, un moyen (26) de soufflage de gaz frais débouchant dans une chambre (18) comprise entre le flasque (10) et la portion de stator (17), le flasque étant percé de passages (28) du gaz frais vers le disque (3).
4. Agencement de flasque selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les passages (28) sont opérés à travers la zone de flexion principale du flasque.
5. Agencement de flasque selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le moyen de soufflage finit

dans la chambre en un tube d'injection.

6. Agencement de flasque selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce qu'il comprend des passages (31) traversant une portion (13) tubulaire du flasque comprise entre le moyeu (9) et la toile (14), et en ce qu'un autre joint à labyrinthe (19) est jeté entre le moyeu (9) du flasque et la portion de stator (17).** 5
7. Agencement de flasque selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce qu'il comprend des rainures (42) d'évacuation de gaz établies à travers un joint de contact du moyeu (9) du flasque et d'une bride (7) de fixation du disque.** 10
8. Agencement de flasque selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que les joints à labyrinthe comprennent, outre les léchettes, des portions de matière abradable (22, 25).** 15

25

30

35

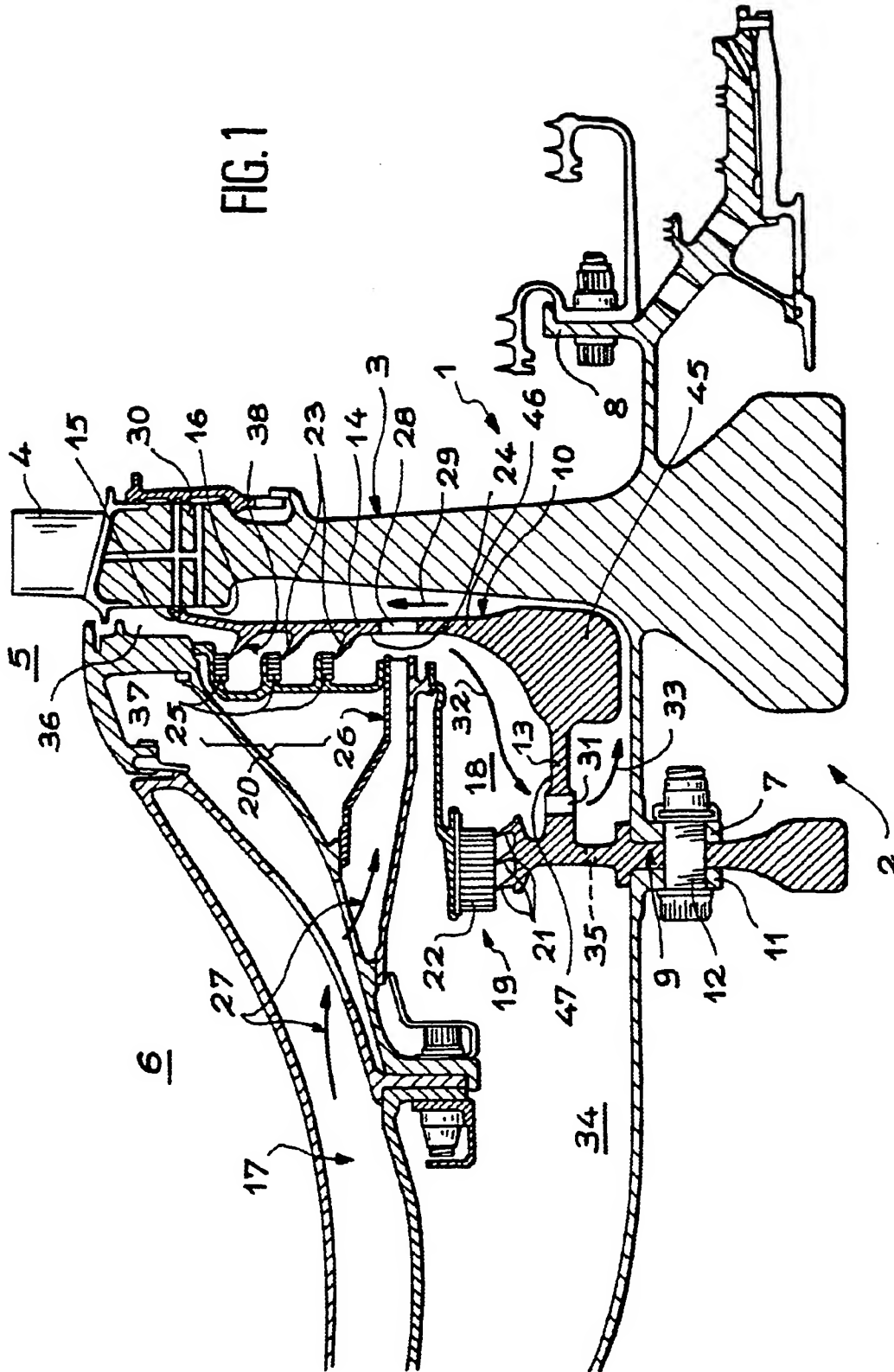
40

45

50

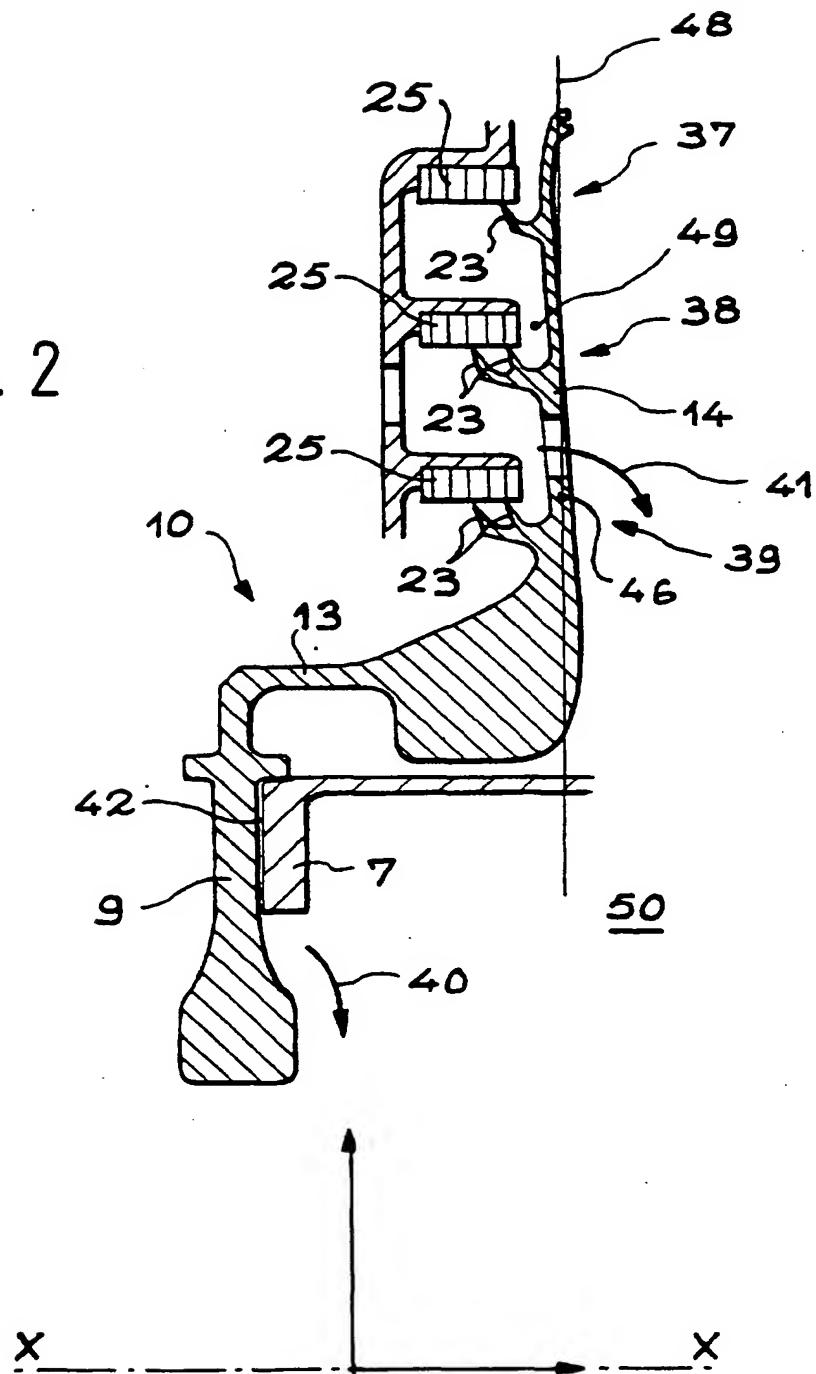
55

FIG. 1



BEST AVAILABLE COPY

FIG. 2





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 01 40 3058

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
Y	US 3 455 537 A (KOZLIN JOSEPH R ET AL) 15 juillet 1969 (1969-07-15) * le document en entier *	1-4,8	F01D5/08 F01D11/02
Y	US 4 466 239 A (HARRIS ROBERT W ET AL) 21 août 1984 (1984-08-21) * figure 3 *	1-4,8	
A	US 2 928 650 A (HOOKER) 15 mars 1960 (1960-03-15) * colonne 2, ligne 70 - colonne 3, ligne 10; figure 1 *	1	
D,A	US 5 984 636 A (AZIZULLAH ET AL) 16 novembre 1999 (1999-11-16) * revendication 1 *	1	
A	US 5 310 319 A (GRANT PARKER A ET AL) 10 mai 1994 (1994-05-10)		
A	US 5 597 167 A (SNYDER JAMES G ET AL) 28 janvier 1997 (1997-01-28)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			F01D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 11 mars 2002	Examineur Iverus, D
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : annexe-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		I : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date du dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503-03-81 (2-94)C01



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 01 40 3058

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

11-03-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3455537	A	15-07-1969	AUCUN	
US 4466239	A	21-08-1984	DE 3338082 A1	23-08-1984
			FR 2541371 A1	24-08-1984
			GB 2135394 A ,B	30-08-1984
			GB 2184167 A ,B	17-06-1987
			IT 1171771 B	10-06-1987
			JP 1737013 C	26-02-1993
			JP 4021054 B	08-04-1992
			JP 59153927 A	01-09-1984
US 2928650	A	15-03-1960	AUCUN	
US 5984636	A	16-11-1999	CA 2312977 A1	01-07-1999
			WO 9932761 A1	01-07-1999
			EP 1040253 A1	04-10-2000
			JP 2001527178 T	25-12-2001
US 5310319	A	10-05-1994	DE 69406645 D1	11-12-1997
			EP 0679217 A1	02-11-1995
			JP 8505678 T	18-06-1996
			WO 9416200 A1	21-07-1994
US 5597167	A	28-01-1997	DE 69506269 D1	07-01-1999
			DE 69506269 T2	15-04-1999
			EP 0781385 A1	02-07-1997
			JP 10506177 T	16-06-1998
			WO 9610143 A1	04-04-1996

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**